

Dinámica forestal en bosques montanos y premontanos en Chanchamayo, Selva Central del Perú

Forest dynamics in montane and premontane forests in Chanchamayo, forests of central Peru

José Giacomotti *, Carlos Reynel , Robin Fernandez-Hilario  ^{2,3}, Italo Revilla  ⁴, Sonia Palacios-Ramos  ¹, Akira Armando Wong Sato  ^{5,2}, Sara Terreros-Camac  ¹, Aniceto Daza  ¹, Reynaldo Linares-Palomino  ^{6,7}

- Recibido: 15/Dic/2022
- Aceptado: 18/Dic/2023
- Publicación en línea: 02/Feb/2024

Citación: Giacomotti J, Reynel C, Fernandez-Hilario R, Revilla I, Palacios-Ramos S, Wong Sato AA, Terreros-Camac S, Daza A, Linares-Palomino R. 2024. Dinámica forestal en bosques montanos y premontanos en Chanchamayo, Selva Central del Perú. *Caldasia* 46(2):409–420. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v46n2.105293>

RESUMEN

Esta investigación evaluó la dinámica forestal en seis parcelas permanentes de una hectárea localizadas en bosques premontanos (entre 800 y 1500 msnm) y montanos (entre 1500 y 3000 msnm) del valle de Chanchamayo, departamento de Junín, Selva Central del Perú. Se evaluaron los árboles sobrevivientes, muertos y reclutas (con un diámetro a la altura de pecho -DAP- mayor o igual a 10 cm). En las parcelas de los bosques montanos, las familias botánicas con mayores niveles de mortalidad y reclutamiento fueron Melastomataceae, Lauraceae, Cyatheaceae y Cunoniaceae, mientras que en las de los bosques premontanos fueron Fabaceae, Lauraceae y Moraceae. Cuatro parcelas presentaron crecimiento en su densidad poblacional (mayor reclutamiento que mortalidad), una mantuvo equilibrio dinámico (similar mortalidad y reclutamiento) y la otra presentó una disminución en su población (mayor mortalidad que reclutamiento). Las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento calculadas en las parcelas estudiadas, presentaron valores por encima a los reportados en otros bosques montanos y de la Amazonía baja del Perú y Sudamérica. En base a estos resultados se sugiere que los bosques estudiados presentaron una dinámica propia, con altos niveles de mortalidad y reclutamiento debido a las características particulares donde se ubican, por lo que es importante continuar con el estudio y monitoreo de estos bosques.

Palabras clave: Andes, biodiversidad, mortalidad, reclutamiento, recambio.

¹ Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Av. La Molina s/n, Lima, Perú. jgiacomotti@lamolina.edu.pe (JG), reynel@lamolina.edu.pe (CR), soniopalacios@lamolina.edu.pe (SPR), sterreros@lamolina.edu.pe (STC), adaza@lamolina.edu.pe (AD)

² División de Ecología Vegetal – CORBIDI, Calle Santa Rita 105 Of. 2, Urb. Huertos de San Antonio Monterrico, Surco, Lima, Perú. rfernandez@corbidi.org

³ Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, Brazil.

⁴ Instituto Científico Michael Owen Dillon – IMOD, Av. Jorge Chávez No. 610 Cercado, Arequipa, Perú. italorevilla@gmail.com

⁵ Universidad de Ingeniería y Tecnología – UTEC, Jirón Medrano Silva 165, Barranco, Lima, Perú. awong@utec.edu.pe

⁶ Smithsonian's National Zoo and Conservation Biology Institute, Washington, DC, USA. linaresr@si.edu

⁷ Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza, Jr. Almte. Martín Guisse 2523, Lima, Perú.

* Autor para correspondencia.



ABSTRACT

This study evaluated the forest dynamics in six permanent plots of one hectare located in pre-montane forests (between 800 and 1500 masl) and montane forests (between 1500 and 3000 masl) in the Chanchamayo valley, department of Junin, in forests of central Peru. In each plot all the surviving trees, the dead and the recruits (with a diameter at breast height - DBH - greater than or equal to 10 cm) were evaluated. In the montane forest plots, the botanical families with the highest levels of both mortality and recruitment were Melastomataceae, Lauraceae, Cyatheaceae, and Cunoniaceae. While in the pre-montane forest plots were Fabaceae, Lauraceae and Moraceae. In four plots their population density grew (higher recruitment than mortality), one maintained a dynamic equilibrium (similar mortality and recruitment) and the other had a population decrease (higher mortality than recruitment). The annual mortality and recruitment rates calculated in the studied plots presented values above those reported in other montane forests and the lower Amazon of Peru and South America. Based on these results, we suggest that the studied forests presented their dynamics, with high levels of mortality and recruitment, due to the characteristics of where they are located, therefore it is important to continue the study and monitoring of these forests.

Keywords: Andes, biodiversity, mortality, recruitment, turnover.

INTRODUCCIÓN

Los bosques montanos y premontanos del Perú son formaciones vegetales que se extienden a lo largo de la cordillera de los Andes bordeando las tierras bajas amazónicas por encima de los 800 hasta los 3000 msnm. Estos bosques albergan diferentes hábitats con una gran diversidad arbórea, destacando principalmente especies forestales de las familias Melastomataceae, Rubiaceae, Cunoniaceae, Lauraceae, Araliaceae, entre otras, además de helechos arborescentes de los géneros *Alsophila* y *Cyathea*, junto con una gran abundancia de epífitas, hierbas y arbustos (Young y León 2001).

Los bosques montanos, también denominados bosques nublados, se caracterizan por altos niveles de endemismo, como consecuencia de factores geográficos y climáticos (Tovar *et al.* 2010) y constituyen parte del hotspot de biodiversidad de los Andes tropicales (Myers *et al.* 2000). Sin embargo, muchos de estos bosques están en peligro debido a la intensa deforestación y al cambio de uso de la tierra (Antón y Reynel 2004). El estudio de la dinámica forestal se concentra en los cambios que ocurren en poblaciones, especies o comunidades de árboles en el tiempo (Aguilar y Reynel 2009), midiendo la mortalidad y reclutamiento, a partir del número de individuos arbóreos muertos y reclutas respectivamente, después de un periodo intercensal.

La relación entre estos dos parámetros es importante para evaluar el crecimiento poblacional de los bosques a lo largo del tiempo (Quinto-Mosquera *et al.* 2009).

En la Selva Central del Perú se han reportado varios estudios sobre dinámica forestal en parcelas permanentes de monitoreo de vegetación, con el registro tasas de mortalidad y reclutamiento de poblaciones forestales e identificando especies forestales con niveles de reclutamiento importantes en el repoblamiento de estos bosques (Buttgenbach *et al.* 2013, Giacomotti y Reynel 2018, Palacios-Ramos *et al.* 2018, Perales-Vargas *et al.* 2023). Las parcelas permanentes se establecen con el fin de mantenerse durante períodos extensos de tiempo y permiten efectuar observaciones recurrentes (Aguilar y Reynel 2009).

Para esta investigación se utilizaron seis parcelas permanentes localizadas en bosques montanos y premontanos a lo largo de un gradiente de altitud que va de 1075 a 2770 msnm en el valle de Chanchamayo, en la Selva Central del Perú. El objetivo del presente estudio fue evaluar la dinámica forestal en seis parcelas permanentes de monitoreo de vegetación, a partir del censo de individuos arbóreos muertos, sobrevivientes y reclutas, obteniendo las tasas de mortalidad y reclutamiento en cada una de estas parcelas, con la finalidad de determinar si existe un crecimiento o un decrecimiento en las poblaciones forestales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

En esta investigación se usaron datos de seis parcelas permanentes de una hectárea cada una (100 m × 100 m) ubicadas en la provincia de Chanchamayo, departamento de Junín. Las cuales forman parte de un conjunto de parcelas establecidas por el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) con la finalidad de evaluar la diversidad arbórea y la composición florística (Antón y Reynel 2004). Tres parcelas se encuentran en bosques montanos de la Concesión para la Conservación del Bosque Puyu Sacha ($75^{\circ}25'46,72''$ Oeste y $11^{\circ}4'17,11''$ Sur) (Fig. 1) por encima de los 1500 msnm hasta los 3000 msnm, en la zona de vida denominada bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT) (ONERN 1976) y en el ecosistema de Bosque montano de yunga (Ministerio del Ambiente, 2019). Las otras tres parcelas se ubican en bosques premontanos que pertenecen al Instituto Regional de Desarrollo Fundo La Génova de la UNALM ($75^{\circ}20'38''$ Oeste y $11^{\circ}6'3,4''$ Sur) (Fig. 1), entre los 800 y 1500 msnm, en la zona de vida bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PT) (ONERN, 1976) y en el ecosistema de Bosque basimontano de yunga (Ministerio del Ambiente, 2019).

Metodología empleada

Las seis parcelas permanentes fueron censadas previamente, cada una en años diferentes (Tabla 1), para luego

realizar una remediación de estas parcelas en el año 2017 durante la ejecución del proyecto “Dinámica de los Bosques de la Selva Central del Perú y su adecuación ante el Cambio Climático” (DINAFOR), siguiendo la metodología RAINFOR (Phillips *et al.* 2016). En esta remediación, se registraron a todos los individuos sobrevivientes inventariados en el censo previo, a los individuos muertos que se encontraban en las parcelas permanentes y a los individuos reclutas que presentaron un diámetro a la altura de pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm. Los reclutas fueron identificados, codificados y placados, y de los que no pudieron ser identificados en campo, se colectaron muestras botánicas fértiles en lo posible (hojas, flores y frutos) para su posterior identificación en herbario. El permiso de colecta corresponde a la Resolución de Dirección General N° 147-2017-SERFORDGGSPFFS. Las muestras botánicas fueron depositadas en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Las especies, géneros y familias botánicas se trabajaron de acuerdo con el Angiosperm Phylogeny Group (APG 2016).

Con la información obtenida en campo se generó una base de datos, a partir de la cual se determinaron el número de individuos muertos y reclutas, además de las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento a partir de las fórmulas de Phillips *et al.* (1994) y Nebel *et al.* (2000):

Tasa anual de mortalidad (% m): (%) m = $[(\ln (N_0 / N_s)) / t] \times 100$

Tabla 1. Parcelas permanentes estudiadas en Chanchamayo, Selva Central del Perú.

Parcela permanente	Tipo de bosque	Altitud (msnm)	Coordenadas	Censo anterior	Remedición	Periodo intercensal (años)
Puyu Sacha Montano Alto (P-PA)	Bosque montano	2770	$75^{\circ}26'26,56''$ Oeste $11^{\circ}6'22,52''$ Sur	2013	2017	4
Puyu Sacha Ribera (P-PR)	Bosque montano	2275	$75^{\circ}26'16,07''$ Oeste $11^{\circ}5'52,62''$ Sur	2003	2017	14
Puyu Sacha Ladera 2 (P-PL2)	Bosque montano	2078	$75^{\circ}25'36,93''$ Oeste $11^{\circ}5'26,83''$ Sur	2013	2017	4
Génova Cumbre (P-GC)	Bosque premontano	1150	$75^{\circ}20'58,53''$ Oeste $11^{\circ}6'11,30''$ Sur	2009	2017	8
Génova Bosque Terraza 1 (P-GS)	Bosque premontano	1150	$75^{\circ}21'40,59''$ Oeste $11^{\circ}6'13,66''$ Sur	2012	2017	5
Génova Ladera (P-GL)	Bosque premontano	1075	$75^{\circ}20'53,19''$ Oeste $11^{\circ}6'13,75''$ Sur	2002	2017	15

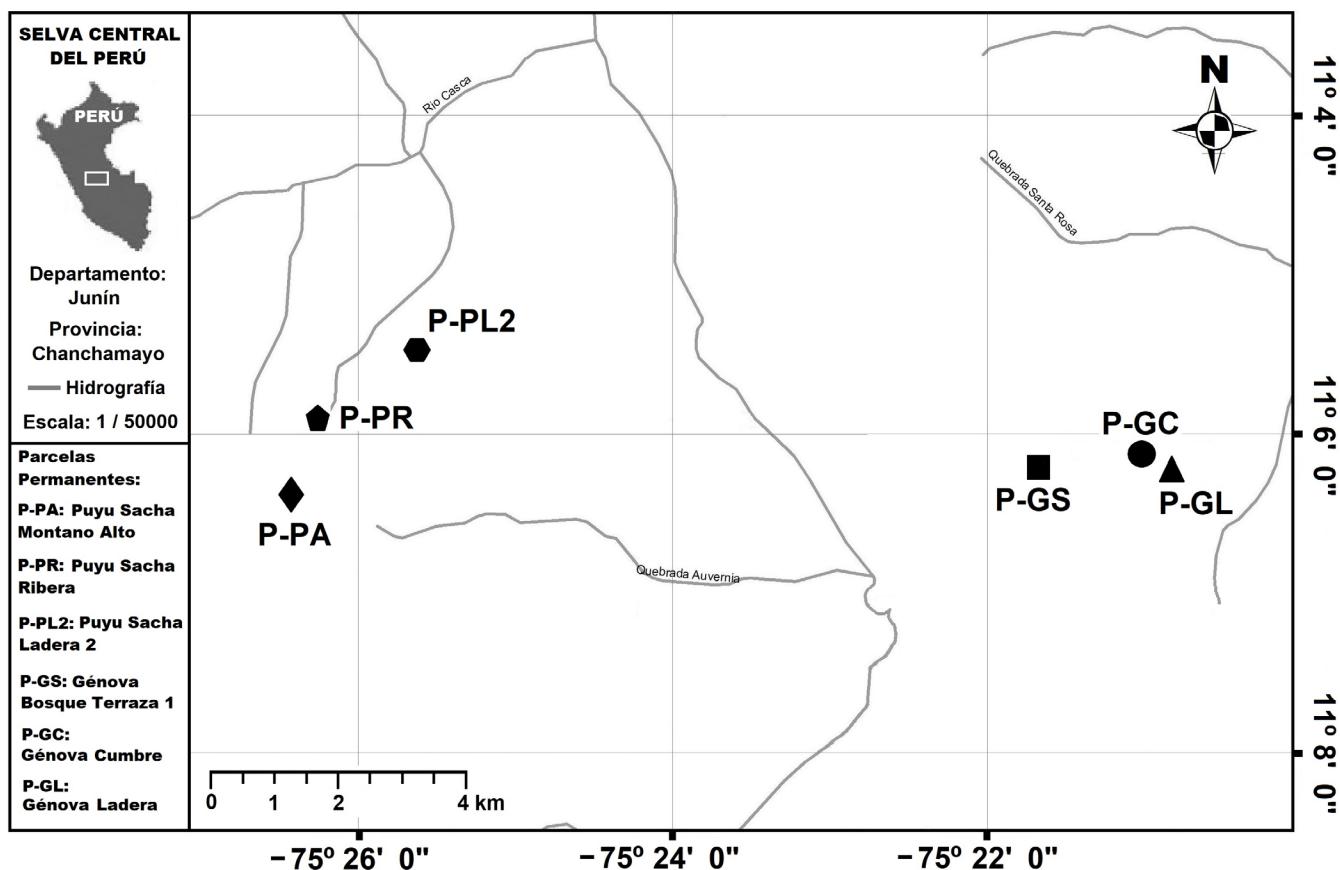


Figura 1. Ubicación de las parcelas permanentes en el área de estudio, Chanchamayo, Selva Central del Perú.

Tasa anual de reclutamiento (% r): (%) r = $[(\ln (N_f / N_s)) / t] \times 100$

Donde: t = periodo intercensal (años); ln = Logaritmo neperiano; No = Número de individuos inicialmente inventariados; Ns = Número de individuos sobrevivientes después de un intervalo "t" de tiempo; Nf = Número de individuos al final del inventario.

Las seis parcelas permanentes fueron instaladas en diferentes años para realizar investigaciones a cargo del Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM, pero todas fueron remediadas en el año 2017 durante la ejecución del proyecto DINAFOR. Esto ocasionó que los períodos intercensales de medición de cada parcela fueran distintos (Tabla 1). Por ejemplo, las parcelas P-PR y P-GL tuvieron largos períodos intercensales de catorce y quince años respectivamente, por cuestiones logísticas, ya que el proyecto DINAFOR pudo financiar después de varios años la remediación de ambas parcelas. En cambio, las parcelas P-PA, P-PL2, P-GS y P-GC tuvieron períodos más cortos de remediación, en el rango de cuatro a ocho años.

RESULTADOS

Familias con mortalidad y reclutamiento en bosques montanos

En el primer censo hecho en las parcelas P-PA, P-PR y P-PL2 de los bosques montanos, las familias con mayor abundancia relativa fueron Lauraceae, Melastomataceae, Cunoniaceae y Cyatheaceae. Una vez hecha la remediación de estas parcelas, se tuvo que las familias Melastomataceae, Lauraceae, Cyatheaceae y Euphorbiaceae reportaron tanto la mayor mortalidad como el reclutamiento relativo, siendo Cunoniaceae la familia con mayor reclutamiento relativo. Estos procesos de mortalidad y reclutamiento no afectaron la composición florística a nivel de familias, debido a que la remediación reportó que Lauraceae, Melastomataceae, Cunoniaceae y Cyatheaceae volvieron a tener la mayor abundancia relativa como en el anterior censo (Tabla 2).

Familias con mortalidad y reclutamiento en bosques premontanos

En el censo previo a la remediación de las parcelas P-GC, P-GS y P-GL de los bosques premontanos, las familias con

mayor abundancia relativa fueron Moraceae, Fabaceae, Lauraceae, Urticaceae y Euphorbiaceae. Los resultados de la remedición en estas tres parcelas indicaron que las familias con mayor mortalidad y reclutamiento relativo fueron Fabaceae, Moraceae y Lauraceae. La mortalidad y reclutamiento no cambió que las familias con los mayores niveles de abundancia relativa después de su remedición sigan siendo Moraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae y Urticaceae (Tabla 3).

Mortalidad y reclutamiento de especies

en bosques montanos

Las especies forestales con mayor número de individuos muertos en los bosques montanos por parcela fueron en P-PA: *Cyathea herzogii* Rosenst. (diez muertos), *Schefflera pentandra* (Pav.) Harms (seis muertos), *Miconia carpishana* Wurdack (cinco muertos) y *Weinmannia microphylla* Kunth (cinco muertos); en P-PR: *Miconia aff. barbeyana* Cogn. (22 muertos), *Acalypha aff. stenoloba* Müll. Arg. (quince muertos) y *Cecropia angustifolia* Trécul (catorce muertos); en P-PL2: *Aniba hostmanniana* (Nees) Mez (siete muertos), *Persea aff. areolatocostae* (C.K. Allen) van der Werff (seis muertos), *Miconia* sp.5 (cinco muertos) y *Myrcianthes* sp.1 (cinco muertos).

Las especies con el mayor reclutamiento en los bosques montanos por parcela fueron en P-PA: *M. carpishana* (diez reclutas), *W. microphylla* (diez reclutas) y *C. herzogii* (siete reclutas); en P-PR: *Weinmannia lechleriana* Engl. (53 reclutas), *Alsophila erinacea* (H. Karst.) D.S. Conant (40 reclutas) y *Miconia aff. barbeyana* (22 reclutas); en P-PL2: *Persea aff. areolatocostae* (doce reclutas), *Trema micrantha* (L.) Blume (doce reclutas) y *Ceroxylon vogelianum* (Engel) H. Wendl. (siete reclutas). Se destacan las especies que registraron niveles de reclutamiento mayores a los de mortalidad como *W. microphylla* (diez reclutas y cinco muertos) y *M. carpishana* (diez reclutas y cinco muertos) en la parcela P-PA; *W. lechleriana* (53 reclutas y diez muertos), *A. erinacea* (40 reclutas y once muertos) y *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. (trece reclutas y cinco muertos) en la parcela P-PR; además de *T. micrantha* (doce reclutas y dos muertos) y *Persea aff. areolatocostae* (doce reclutas y seis muertos) en la parcela P-PL2. También se reportaron especies que presentaron conjuntamente altos niveles de mortalidad y reclutamiento como *Miconia aff. barbeyana* (22 reclutas y 22 muertos) y *Acalypha aff. stenoloba* (catorce reclutas y quince muertos) ambas en P-PR.

Tabla 2. Abundancia relativa, mortalidad relativa y reclutamiento relativo por familias en bosques montanos de Chanchamayo, Selva Central del Perú.

Abundancia relativa (%) por familias (Censo anterior)	Abundancia relativa (%) por familias (Remedición)	Mortalidad relativa (%) por familias (Remedición)	Reclutamiento relativo (%) por familias (Remedición)
Lauraceae (15,8 %)	Lauraceae (14,7 %)	Melastomataceae (15,2 %)	Cunoniaceae (12,9 %)
Melastomataceae (11,9 %)	Melastomataceae (10,9 %)	Lauraceae (10,8 %)	Indeterminada (11,3 %)
Cunoniaceae (8,5 %)	Cunoniaceae (10,8 %)	Cyatheaceae (7,5 %)	Melastomataceae (11,1 %)
Cyatheaceae (6,5 %)	Cyatheaceae (7,5 %)	Euphorbiaceae (6,8 %)	Cyatheaceae (10,9 %)
Myrtaceae (6,1 %)	Myrtaceae (5,2 %)	Urticaceae (6,6 %)	Lauraceae (7,5 %)
Clusiaceae (4,5 %)	Phyllanthaceae (4,5 %)	Myrtaceae (5,6 %)	Euphorbiaceae (5,2 %)
Phyllanthaceae (4,2 %)	Clusiaceae (4,1 %)	Indeterminada (5,4 %)	Cannabaceae (3,8 %)
Urticaceae (4,2 %)	Indeterminada (3,8 %)	Cunoniaceae (4 %)	Primulaceae (3,4 %)
Euphorbiaceae (3,2 %)	Urticaceae (3,3 %)	Rubiaceae (3,5 %)	Sapindaceae (3,2 %)
Rubiaceae (2,3 %)	Euphorbiaceae (2,9 %)	Brunelliaceae (3 %)	Urticaceae (3,2 %)
Resto de familias (32,9 %)	Resto de Familias (32,3 %)	Resto de Familias (31,6 %)	Resto de Familias (27, 4 %)
Total (100 %)	Total (100 %)	Total (100 %)	Total (100 %)

Mortalidad y reclutamiento de especies en bosques premontanos

Las especies forestales con el mayor número de individuos muertos en bosques premontanos por parcela fueron en P-GC: *T. micrantha* (quince muertos), *Inga cinnamomea* Spruce ex Benth. (catorce muertos) y *Trophis caucana* (Pittier) C.C. Berg (diez muertos); en P-GS: *Inga* aff. *macrophylla* Humb. & Bonpl. ex Willd. (once muertos), *Helicocarpus americanus* L. (nueve muertos) y *T. caucana* (ocho muertos); en P-GL: *Nectandra pulverulenta* Nees (16 muertos), *Otoba parvifolia* (Markgr.) A.H. Gentry (quince muertos) y *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. (trece muertos).

En cuanto a las especies con el mayor número de reclutas en bosques premontanos por parcela fueron en P-GC: *Sapindus glandulosum* (L.) Morong (diez reclutas), *Coussapoa* aff. *villosa* Poepp. & Endl. (nueve reclutas) y *N. pulverulenta* (ocho reclutas); en P-GS: *T. caucana* (18 reclutas), *S. glandulosum* (16 reclutas) y *Miconia* aff. *minutiflora* (Bonpl.) DC. (once reclutas); en P-GL: *N. pulverulenta* (18 reclutas), *T. caucana* (17 reclutas) y *Pseudolmedia laevis* (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr. (16 reclutas). Las especies que presentaron niveles de reclutamiento más altos que los de mortalidad sumando las tres parcelas de los bosques premontanos fueron *T. caucana* (41 reclutas y 25 muertos), *N. pulverulenta* (33

reclutas y 21 muertos), *S. glandulosum* (26 reclutas y dos muertos), *Clarisia biflora* Ruiz & Pav. (21 reclutas y cuatro muertos) y *P. laevis* (17 reclutas y siete muertos).

Tasas de mortalidad y reclutamiento en parcelas estudiadas

En las seis parcelas permanentes estudiadas se registraron tasas anuales de mortalidad con un valor mínimo de 2,65 % y un máximo de 5,20 %, y tasas anuales de reclutamiento con un valor mínimo de 2,81 % y un máximo de 5,96 %. La parcela con la mayor tasa de mortalidad fue P-PR con 5,20 % ubicada en el estrato montano, mientras que la parcela con la tasa de reclutamiento más alta fue P-GS con 5,96 % dentro del estrato premontano ([Tabla 5](#)).

DISCUSIÓN

Familias con mortalidad y reclutamiento

En los bosques montanos estudiados las familias Lauraceae, Melastomataceae, Cyatheaceae y Cunoniaceae presentaron los mayores niveles de mortalidad y reclutamiento ([Tabla 4](#)), además de ser las familias con la mayor abundancia relativa en el censo inicial y en la remediación de estas parcelas, lo que indicaría que la composición florística

Tabla 3. Abundancia relativa, mortalidad relativa y reclutamiento relativo por familias en bosques premontanos de Chanchamayo, Selva Central del Perú.

Abundancia relativa (%) por familias (Censo anterior)	Abundancia relativa (%) por familias (Remedición)	Mortalidad relativa (%) por familias (Remedición)	Reclutamiento relativo (%) por familias (Remedición)
Moraceae (25 %)	Moraceae (26,9 %)	Fabaceae (15,3 %)	Moraceae (22,2 %)
Fabaceae (10 %)	Fabaceae (7,9 %)	Moraceae (14,8 %)	Lauraceae (8,8 %)
Lauraceae (7,6 %)	Euphorbiaceae (7,7 %)	Lauraceae (9,7 %)	Fabaceae (8,4 %)
Urticaceae (7 %)	Lauraceae (7,4 %)	Urticaceae (7,8 %)	Euphorbiaceae (6,3 %)
Euphorbiaceae (6,1 %)	Urticaceae (6,1 %)	Cannabaceae (6,3 %)	Urticaceae (5,1 %)
Malvaceae (5,4 %)	Malvaceae (4,9 %)	Myristicaceae (5,3 %)	Myristicaceae (5,1 %)
Myristicaceae (3,7 %)	Myristicaceae (3,7 %)	Malvaceae (5,1 %)	Malvaceae (3,7 %)
Rubiaceae (3,7 %)	Rubiaceae (3,5 %)	Arecaceae (4,6 %)	Cannabaceae (3,3 %)
Cannabaceae (2,8 %)	Anacardiaceae (2,8 %)	Indeterminada (3,6 %)	Polygonaceae (3,3 %)
Arecaceae (2,7 %)	Meliaceae (2,3 %)	Rubiaceae (2,7 %)	Meliaceae (2,6 %)
Resto de familias (26,2 %)	Resto de familias (26,9 %)	Resto de familias (24,8 %)	Resto de familias (31,4 %)
Total (100 %)	Total (100 %)	Total (100 %)	Total (100 %)

en estos bosques se ha mantenido con los años, siendo familias representativas del estrato montano en la Selva Central del Perú (Antón y Reynel 2004, Vásquez *et al.* 2005, Reynel *et al.* 2021). Se ha reportado a Melastomataceae, Lauraceae y Cyatheaceae como familias con un importante reclutamiento en un bosque montano de Chanchamayo (Aguilar y Reynel 2009), siendo Melastomataceae la de mayor mortalidad en ese mismo bosque (Aguilar y Reynel 2009). Melastomataceae, Lauraceae y Cyatheaceae presentaron varias especies con cambios poblacionales en un bosque montano en los Andes de Colombia (Samper y Vallejo 2007). Lauraceae, Melastomataceae, Cunoniaceae y Cyatheaceae podrían resultar claves en el mantenimiento y repoblación de estos bosques, al ser familias relevantes por la amplia diversidad de especies y su abundancia en bosques montanos, su grado de dominancia y su distribución

a lo largo de gradientes altitudinales en el estrato montano (Young y León 2001, Giacomotti *et al.* 2021).

En los bosques premontanos estudiados las familias Moraceae, Lauraceae y Fabaceae presentaron los mayores niveles de mortalidad y reclutamiento (Tabla 4), siendo las familias con mayor abundancia relativa en el censo inicial de las parcelas y como en la remediación de estas, manteniendo la composición florística a nivel de familias con el paso de los años, lo que sugiere que estos bosques no han sufrido fuertes perturbaciones que alteren su composición. Tanto Moraceae, Lauraceae y Fabaceae han sido reportadas como familias características del estrato premontano en la Selva Central del Perú (Phillips y Miller 2002, Antón y Reynel 2004, Quintero *et al.* 2020), además que registraron altos niveles de reclutamiento en otros bosques premontanos de la selva central (Giacomotti y Reynel 2018,

Tabla 4. Familias con mayor mortalidad y reclutamiento en bosques montanos y premontanos de Chanchamayo, Selva Central del Perú.

Familias en bosques montanos	Nº de muertos por parcela				Familias en bosques montanos	Nº de reclutas por parcela			
	P-PA	P-PR	P-PL2	Total		P-PA	P-PR	P-PL2	Total
Cunoniaceae	6	11	-	17	Cunoniaceae	11	53	-	64
Cyatheaceae	10	22	-	32	Cyatheaceae	7	47	-	54
Euphorbiaceae	-	28	1	29	Euphorbiaceae	-	24	2	26
Lauraceae	3	21	22	46	Lauraceae	2	7	28	37
Melastomataceae	8	48	9	65	Melastomataceae	12	39	4	55
Urticaceae	-	24	4	28	Urticaceae	-	8	8	16
Otras familias	21	120	69	210	Otras familias	19	142	83	244
Total	48	274	105	427	Total	51	320	125	496
Familias en bosques premontanos	Nº de muertos por parcela				Familias en bosques premontanos	Nº de reclutas por parcela			
	P-GC	P-GS	P-GL	Total		P-GC	P-GS	P-GL	Total
Cannabaceae	16	2	8	26	Cannabaceae	2	-	14	16
Fabaceae	26	21	16	63	Fabaceae	13	11	17	41
Lauraceae	8	5	27	40	Lauraceae	12	9	22	43
Malvaceae	5	10	6	21	Malvaceae	1	7	10	18
Moraceae	23	14	24	61	Moraceae	22	28	59	109
Urticaceae	16	9	7	32	Urticaceae	14	4	7	25
Otras familias	64	26	79	169	Otras familias	57	73	109	239
Total	158	87	167	412	Total	121	132	238	491

Perales-Vargas *et al.* 2023). Lo que indicaría su importancia en los procesos de dinámica y regeneración natural en el estrato premontano, debido al alto número especies e individuos que presentan estas familias.

Mortalidad y reclutamiento de especies en bosques montanos

Las especies con niveles de reclutamiento mayores a los de mortalidad como *W. microphylla*, *M. carpishana*, *W. lechleriana*, *A. erinacea*, *M. coriacea*, *T. micrantha* y *Persea* aff. *areolatocostae* podrían considerarse como establecidas en el estrato montano, al presentar un mayor crecimiento en su densidad arbórea, lo que ayuda a mantener la regeneración y la diversidad en este tipo de bosques (Quinto-Mosquera *et al.* 2009). Mientras que, *Miconia* aff. *barbeyana* y *Acalypha* aff. *stenoloba* con los mismos niveles de mortalidad y de reclutamiento, podrían presentar un equilibrio en su densidad arbórea.

Mortalidad y reclutamiento de especies bosques premontanos

En los bosques premontanos estudiados las especies forestales con mayor reclutamiento *T. caucana* con 41 reclutas, *N. pulverulenta* con 33 reclutas y *S. glandulosum* con 26 reclutas, también destacaron por presentar en términos generales niveles de reclutamiento superiores a los de mortalidad en las parcelas remediadas. *T. caucana* registró un alto reclutamiento en P-GS (18 reclutas y ocho muertos) y en P-GL (17 reclutas y siete muertos), pero en P-GC la mortalidad de esta especie fue mayor (seis reclutas y diez muertos). Se ha reportado a *T. caucana* como la especie con el mayor reclutamiento en dos bosques premontanos de Chanchamayo (Buttgenbach *et al.* 2013,

Giacomotti y Reynel 2018). *S. glandulosum* presentó un reclutamiento elevado en las parcelas P-GC (diez reclutas y uno muerto) y en P-GS (16 reclutas y uno muerto), además se le ha reportado con altos niveles de reclutamiento en un bosque subxerófilo en Chanchamayo (Palacios-Ramos *et al.* 2018). *N. pulverulenta* registró un alto reclutamiento respecto a su mortalidad en P-GC (ocho reclutas y dos muertos) y en P-GS (siete reclutas y tres muertos). Estas tres especies son importantes en el repoblamiento de estos bosques y presentan un alto dinamismo en el estrato premontano de la selva central. Además, al presentar altos niveles de reclutamiento podrían ser empleadas en ensayos de restauración de sistemas forestales degradados (Palacios-Ramos *et al.* 2018).

Tasas de mortalidad

Lugo y Scatena (1996) identificaron dos formas de mortalidad de árboles en los bosques. Los valores por debajo del 5 % de tasas de mortalidad se consideran como “mortalidad trasfondo” (ocurre a escala pequeña ocasionando cambios graduales en el bosque), mientras que los valores superiores al 5 % se consideran como “mortalidad catastrófica” (ocurre a mayor escala ocasionando cambios significativos en el bosque) (Londoño y Jiménez 1999). Estudios previos en bosques montanos y premontanos en la selva central reportaron tasas de mortalidad trasfondo de 0,72 % (Palacios-Ramos *et al.* 2018), 1,07 % (Aguilar y Reynel 2009), 1,91 % (Giacomotti y Reynel 2018), 2,16 % (Buttgenbach *et al.* 2013), 2,43 % (Perales-Vargas *et al.* 2023) y 2,52 % (Ortiz 2017). En el presente estudio se registraron tasas anuales de mortalidad con rangos de 2,65 % a 5,20 %, en general (Tabla 5), estos resultados se encuentran dentro

Tabla 5. Mortalidad y reclutamiento en bosques montanos y premontanos de Chanchamayo, Selva Central del Perú.

Parcela permanente	Periodo intercensal (años)	Población inicial	Muertos	Sobrevivientes	Reclutas	Población final	Tasa de mortalidad (%)	Tasa de reclutamiento (%)
P-PA	4	477	48	429	51	480	2,65	2,81
P-PR	14	530	274	256	320	576	5,20	5,79
P-PL2	4	676	105	571	125	696	4,22	4,95
P-GC	8	545	158	387	121	508	4,28	3,40
P-GS	5	467	87	380	132	512	4,12	5,96
P-GL	15	354	167	187	238	425	4,25	5,47

Parcelas en bosques montanos: Puyu Sacha Montano Alto (P-PA), Puyu Sacha Ribera (P-PR) y Puyu Sacha Ladera 2 (P-PL2). Parcelas en bosques premontanos: Génova Cumbre (P-GC), Génova Bosque Terraza 1 (P-GS) y Génova Ladera (P-GL).

del rango de tasas de mortalidad de bosques montanos, como lo muestra un estudio de 63 parcelas distribuidas a lo largo de los Andes con tasas que van desde 0,52 % a 5,39 % (Báez *et al.* 2015). Solo la parcela P-PA tuvo una mortalidad por debajo del 3 % y en cuatro parcelas se obtuvieron tasas altas de mortalidad con valores por encima de 4 % (P-PL2, P-GC, P-GS y P-GL), pero que aún se consideran como “mortalidad trasfondo” (por debajo de 5 % de mortalidad), las cuales se manifiestan en varios niveles de intensidad y escalas de tiempo (Lugo y Scatena 1996).

La tasa de mortalidad más alta se registró en la parcela P-PR (estrato montano) con 5,20 % considerada como “mortalidad catastrófica” (Lugo y Scatena 1996), se encuentra asociada a los deslizamientos y derrumbes que ocurrieron en esta parcela durante los catorce años que duró su periodo intercensal. Las altas precipitaciones combinadas con las fuertes pendientes de los bosques montanos de la selva central peruana, llegan a incrementar la mortalidad (Lugo y Scatena 1996). Los periodos intercensales largos generalmente permiten conocer la mayor variación en los cambios de vegetación en el tiempo, mientras que los periodos intercensales más cortos ayudan a conocer los tipos de mortalidad y sus posibles causas (Londoño y Jiménez 1999). Para un mejor trabajo de campo, recomendamos trabajar con periodos intercensales de entre tres a cinco años, para poder localizar los árboles plaqueados en el censo anterior a la remoción, e identificar con mayor facilidad los árboles según su categoría de mortalidad (muertos caídos, muertos parados, muertos rotos, entre otros).

Es interesante comparar nuestros resultados con estudios hechos en bosques de la Amazonía baja, ya que estos tienen una evaluación con mayor número de censos con una distribución geográfica y ecológica más amplia. En la selva baja del Perú, Pallqui *et al.* (2014) reportaron tasas de mortalidad entre 1,37 % y 3,10 % en parcelas en la Reserva Nacional Tambopata. En parcelas RAINFOR ubicadas en bosques de la llanura baja amazónica de Sudamérica, se reportaron para Perú las tasas de mortalidad de 1,03 % y 3,97 % (Lewis *et al.* 2004), mientras que para Brasil, Ecuador y Venezuela se reportaron tasas de mortalidad entre 0,37 % y 3,25 % (Lewis *et al.* 2004). Por lo que podemos observar, el rango de las tasas mortalidad del presente estudio (*Tabla 5*) se encuentra por encima de muchos de los registrados en la Amazonía baja.

La alta mortalidad con valores por encima de 4 % en cinco de las parcelas estudiadas (*Tabla 5*) probablemente sea el resultado de las condiciones propias de las parcelas como encontrarse sobre terrenos irregulares, presentar pendientes pronunciadas de más 40 % y soportar una alta precipitación, aumentando la ocurrencia de perturbaciones naturales, como los deslizamientos de tierra, que producen la caída de árboles (Crausbay y Martin 2016). Otras causas de mortalidad en nuestra área de estudio podrían deberse a la competencia entre especies forestales, enfermedades y parasitismo (Buttgenbach *et al.* 2013, Báez *et al.* 2015). Además, en las últimas décadas, el cambio climático y la fragmentación de los bosques han aumentado las tasas de mortalidad en los bosques (Phillips *et al.* 1994, Quinto-Mosquera *et al.* 2009, McDowell *et al.* 2018).

Tasas de reclutamiento

Las tasas anuales de reclutamiento en los bosques estudiados variaron entre 2,81 % y 5,96 % (*Tabla 5*), algunos de estos valores se ubican por encima de reportes de reclutamiento en bosques del Perú y Sudamérica. Por ejemplo, las tasas de reclutamiento en los bosques montanos y premontanos de la selva central peruana alcanzaron valores de 1,73 % (Ortiz 2017), 2,35 % (Perales-Vargas *et al.* 2023), 2,94 % (Aguilar y Reynel 2009), 3,15 % (Giacomotti y Reynel 2018), 3,27 % (Buttgenbach *et al.* 2013) y 3,83 % (Palacios-Ramos *et al.* 2018). En 63 parcelas ubicadas en bosques andinos de Sudamérica se reportaron tasas por debajo de 3,45 % (Báez *et al.* 2015). Estudios en la Amazonía baja del Perú mostraron tasas de reclutamiento entre 1,40 % y 2,66 % en la Reserva Nacional Tambopata (Pallqui *et al.* 2014), y entre 1,36 % y 3,90 % para las parcelas RAINFOR en Perú (Lewis *et al.* 2004). Se han reportado tasas de reclutamiento de 0,35 % a 4,64 % para las parcelas RAINFOR en Brasil, Ecuador y Venezuela (Lewis *et al.* 2004).

P-PR y P-GL reportaron altas tasas de reclutamiento de 5,79 % y 5,47 % respectivamente, siendo más elevadas que sus tasas de mortalidad, viéndose reflejado en el aumento de su densidad arbórea. Estos altos reclutamientos también son influenciados por la mortalidad que ocurrió en estas parcelas permanentes, ya que la muerte de árboles producto de caídas por fuertes precipitaciones, vientos, la topografía accidentada del lugar y los deslizamientos propios de bosques montanos de Chanchamayo (Reynel 2012) ocasiona claros en los bosques, aumentando la regeneración natural y el crecimiento de reclutas (Perales-Vargas

et al. 2023), mostrando la capacidad de los bosques de recuperarse ante perturbaciones (Ramírez-Angulo *et al.* 2002). Hay que indicar que estas perturbaciones naturales se volvieron más frecuentes en estas parcelas por los largos períodos intercensales de remediación de catorce años en P-PR y de quince años en P-GL.

La parcela P-GS ubicada en un bosque secundario del estrato premontano presentó la tasa más alta de reclutamiento de 5,96 %. En bosques secundarios se presentan perturbaciones que podrían causar un alto reclutamiento (Gomes *et al.* 2003), con tasas superiores al 3 %, como las registradas en Perú (Giacomotti y Reynel 2018) y Brasil (Gomes *et al.* 2003). En las últimas décadas se han reportado aumentos en las tasas de reclutamiento y mortalidad en la Amazonía, con tasas de reclutamiento superiores a las de mortalidad (Phillips *et al.* 2004). Por ello se ha propuesto integrar una red de parcelas permanentes de monitoreo de vegetación, para comprender mejor la dinámica forestal en los trópicos (Samper y Vallejo 2007).

Dinámica forestal en bosques de la Selva Central del Perú
De las seis parcelas estudiadas, cuatro reportaron un incremento en su densidad arbórea, una reportó decrecimiento en su población (P-GC) y otra se mantuvo en equilibrio dinámico (P-PA). Las parcelas P-PR, P-PL2, P-GS y P-GL reportaron incrementos en su densidad arbórea, con tasas de reclutamiento por encima de sus tasas de mortalidad, mostrando un dinamismo moderadamente alto y una buena capacidad de repoblación. Durante el periodo intercensal no observamos evidencia de deslizamientos de tierra en las parcelas P-PL2 y P-GS, lo que pudo haber contribuido al aumento de la densidad arbórea en estas parcelas. Sin embargo, se observó un deslizamiento de tierra grande en P-GL, donde dos subparcelas se vieron afectadas por este deslizamiento, ocasionando la caída de muchos árboles. Si bien esta alteración aumentó la tasa de mortalidad de P-GL a 4,25 %, esto no significó que tuviera la tasa más alta entre todas las parcelas.

En cambio, la parcela P-GC registró un decrecimiento en su población al disminuir de 545 a 508 individuos durante el intervalo de ocho años, reportando 158 muertos y 121 reclutas. Los que significó que su tasa de mortalidad sea más alta que su tasa de reclutamiento (4,28 % vs. 3,40 %). Esta parcela se estableció sobre una ladera con una pendiente promedio de 59,8 % (Buttgenbach *et al.* 2013), que, junto con lluvias intensas de más de 2000 mm por año en la

zona, serían la causa de los deslizamientos de tierra y caída de árboles debido a la alta carga de vegetación (Crausbay y Martin 2016).

La parcela P-PA mantuvo su población estable, con un leve aumento de 477 a 480 individuos después de un periodo intercensal de tres años. Esta estabilidad, denominada equilibrio dinámico (Quinto-Mosquera *et al.* 2009), también se refleja en tasas similares de mortalidad y reclutamiento (2,65 % vs. 2,81 %). Cuando un bosque no recibe disturbios importantes mantendrá un equilibrio en sus funciones ecosistémicas (Trigueros-Bañuelos *et al.* 2014), lo que sugiere que las perturbaciones naturales discutidas anteriormente, estuvieron ausentes en la parcela durante este intervalo de tiempo de medición. Lo que sugiere que, en períodos más cortos de remediación, disminuiría la probabilidad de tener mayores disturbios naturales en el bosque.

Los bosques evaluados presentaron tasas de mortalidad y reclutamiento superiores a las reportadas en otros bosques montanos y bosques de la Amazonía baja de Sudamérica. Cada bosque estudiado mostró un dinamismo que lo diferencia del resto, debido a sus características geoclimáticas. El alto dinamismo de estos bosques podría ser una respuesta al cambio climático regional (Báez *et al.* 2015), que se puede manifestar con el aumento de las precipitaciones, variaciones en la temperatura y una mayor frecuencia de derrumbes y deslizamientos, lo que ocasionaría cambios en la densidad arbórea de los bosques.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

JG y RLP, escritura del documento; CR, SPR, AAWS y RLP concepción, revisión y correcciones del documento; JG, RFH, IR, análisis de datos y revisión; RFH, IR, STC, JG y AD, trabajo de campo y gabinete.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por Cienciactiva, CONCYTEC.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

LITERATURA CITADA

- Aguilar M, Reynel C. 2009. Dinámica forestal y regeneración en un bosque montano nublado de la selva central del Perú. Lima: Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Antón D, Reynel C. 2004. Relictos de bosques de excepcional diversidad en los andes Centrales del Perú. Lima: Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- [APG] Angiosperm Phylogeny Group. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 181:1-20. doi: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Báez S, Malizia A, Carilla J, Blundo C, Aguilar M, Aguirre N, Aguirre Z, Álvarez E, Cuesta F, Duque A, et al. 2015. Large-scale patterns of turnover and basal area change in Andean forests. *PLoS ONE*. 10(5):e0126594. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126594>
- Buttgenbach H, Vargas C, Reynel C. 2013. Dinámica forestal en un bosque premontano del Valle de Chanchamayo. Lima: Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Crausbay S, Martin, P. 2016. Natural disturbance, vegetation patterns and ecological dynamics in tropical montane forests. *J. Trop. Ecol.* 32(5):384-403. doi: <https://doi.org/10.1017/S0266467416000328>
- Giacomotti J, Reynel C. 2018. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque secundario tardío del valle de Chanchamayo, Perú. *Revista Forest. Perú.* 33:42-51. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v33i1.1154>
- Giacomotti J, Reynel C, Fernandez-Hilario R, Revilla I, Palacios-Ramos S, Terreros-Camac S, Daza A, Linares-Palomino R. 2021. Diversidad y composición florística en un gradiente altitudinal en Chanchamayo, Selva Central del Perú. *Folia Amazónica.* 30(1):1-14. doi: <https://doi.org/10.24841/fa.v30i1.533>
- Gomes EP, Mantovani W, Kageyama PY. 2003. Mortality and recruitment of trees in a secondary montane rain forest in southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 63(1):47-60. doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842003000100007>
- Lewis SL, Phillips OL, Baker TS, Lloyd J, Malhi Y, Almeida S, Higuchi N, Laurance WF, Neill DA, Silva JNM, et al. 2004. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 359:421-436. doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1431>
- Londoño AC, Jiménez EM. 1999. Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento de árboles (períodos de 1, 4 y 5 años). *Crónica Forestal y del Medio Ambiente.* 14(1):41-57.
- Lugo AE, Scatena FN. 1996. Background and catastrophic tree mortality in tropical moist, wet, and rain forests. *Biotropica.* 28(4a):585-599. doi: <https://doi.org/10.2307/2389099>
- McDowell N, Allen CD, Anderson-Teixeira K, Brando P, Brienen R, Chambers J, Christoffersen B, Davies S, Doughty C, Duque A, et al. 2018. Drivers and mechanisms of tree mortality in moist tropical forests. *New Phytol.* 219:851-869. doi: <https://doi.org/10.1111/nph.15027>
- Ministerio del Ambiente. 2019. Mapa nacional de Ecosistemas del Perú. Memoria descriptiva. Lima: Ministerio del Ambiente (MINAM).
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature.* 403:853-858. doi: <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Nebel G, Kvist LP, Vanclay JK, Vidaurre H. 2000. Dinámica de los bosques de la llanura aluvial inundable de la Amazonía Peruana: Efectos de las perturbaciones e implicancias para su manejo y conservación. *Folia Amazónica.* 11(1-2):65-97. doi: <https://doi.org/10.24841/fa.v11i1-2.116>
- [ONERN] Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales del Perú. 1976. Mapa Ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima: ONERN.
- Ortiz L. 2017. Dinámica forestal en un relict de bosque secundario tardío, sector Santa Teresa, Río Negro, Junín. [Tesis]. [Lima]: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Palacios-Ramos S, Montenegro R, Linares-Palomino R, Reynel C. 2018. Forest dynamics of a sub-xerophilous vegetation formation in central Peru – Chanchamayo, Peru. *Revista Árvore.* 42:e420603. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882018000600003>
- Pallqui NC, Monteagudo A, Phillips OL, Lopez-Gonzales G, Cruz L, Galiano W, Chavez W, Vásquez R. 2014. Dinámica, biomasa aérea y composición florística en parcelas permanentes Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú. *Rev. Peru. Biol.* 21:235-242. doi: <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10897>
- Perales-Vargas CE, Giacomotti J, Ortiz L, Reynel C. 2023. Evaluación de la dinámica forestal en bosques premontanos de Satipo, Perú. *Folia Amazónica.* 32(1):e32609-e32609. doi: <https://doi.org/10.24841/fa.v32i1.609>
- Phillips OL, Hall P, Gentry AH, Sawyer SA, Vásquez R. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 91:2805-2809. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.91.7.2805>
- Phillips OL, Miller J. 2002. Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set. Missouri: Missouri Botanical Garden.
- Phillips OL, Baker TR, Arroyo L, Higuchi N, Killeen TJ, Laurance WF, Lewis SL, Lloyd J, Malhi Y, Monteagudo A, et al. 2004. Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976–2001. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 359:381-407. doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1438>

- Phillips OL, Baker TR, Feldpausch T, Brien R. 2016. Manual de campo para el establecimiento y la remediación de parcelas. RAINFOR.
- Quintero F, Cáceres B, Reynel C, Fernandez-Hilario R, Wong Sato AA, Chávez J, Palacios-Ramos S. 2020. Tiempos de recomposición de la diversidad arbórea a lo largo de la sucesión vegetal en los bosques del Valle de Chanchamayo / Junín / Perú. *Ecología Aplicada*. 19(2):111-120. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v19i2.1562>
- Quinto-Mosquera H, Rengifo R, Ramos Y. 2009. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical de Chocó (Colombia). *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 62(1):4855-4868.
- Ramírez-Angulo H, Torres-Lezama A, Serrano J. 2002. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque nublado de la cordillera de los Andes, Venezuela. *Ecotropicos*. 15(2):177-184.
- Reynel C. 2012. Flora y fauna del bosque montano nublado Puyu Sacha, Valle de Chanchamayo, dp. Junín. Lima: APRODES.
- Reynel C, Fernandez-Hilario R, Quintero F, Cáceres B, Palacios-Ramos S. 2021. Número de especies en función del diámetro mínimo evaluado en bosques montanos y premontanos de la Selva Central del Perú. *Ecología Aplicada*. 20(1):35-51. doi: <https://doi.org/10.21704/rea.v20i1.1689>
- Samper C, Vallejo MI. 2007. Estructura y dinámica de poblaciones de plantas en un bosque andino. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 31(118):57-68. ISSN 0370-3908.
- Tovar A, Tovar C, Saito J, Soto A, Regal F, Cruz Z, Véliz C, Vásquez P, Rivera G. 2010. Yungas Peruanas - Bosques montanos de la vertiente oriental de los Andes del Perú. Lima: Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Trigueros-Bañuelos AG, Villavicencio García R, Santiago Pérez AL. 2018. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque templado de pino-encino en Jalisco. *Revista mexicana de ciencias forestales*. 5(24):160-183. doi: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v5i24.327>
- Vásquez R, Rojas R, Monteagudo A, Meza K, Van Der Werff H, Ortiz-Gentry R, Catchpole D. 2005. Flora vascular de la selva central del Perú: una aproximación de la composición florística de tres Áreas Naturales Protegidas. *Arnaldoa*. 12(1-2):112-125.
- Young KR, León B. 2001. Perú. En: Kapelle M, Brown AD, editores. *Bosques nublados del Neotrópico*. Santo Domingo de Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 549-580.